

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10303502
PUBLICATION DATE : 13-11-98

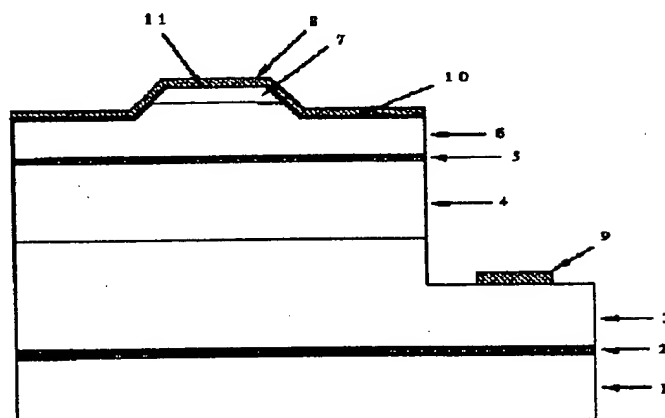
APPLICATION DATE : 24-04-97
APPLICATION NUMBER : 09107290

APPLICANT : SHARP CORP;

INVENTOR : HATA TOSHIO;

INT.CL. : H01S 3/18 H01L 33/00

TITLE : GALLIUM NITRIDE COMPOUND
SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING
ELEMENT AND ITS MANUFACTURE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to easily form a current injection region and a non-current injection region on the surface of a P-type gallium nitride compound semiconductor on which an electrode metal is formed, by causing the non-current injection region on the surface of the gallium nitride compound semiconductor to have a higher resistance than that of the non-ohmic or current injection region.

SOLUTION: An AlGaIn buffer layer 2, an n-type GaN layer 3, an n-type AlGaIn clad layer 4, an InGaIn active layer 5, an Mg doped AlGaIn clad layer 6, and an Mg doped GaN contact layer 7 are sequentially grown on a substrate 1. The Mg doped layers are transformed into p-type layers by heat-treatment. Next, the p-type AlGaIn clad layer 6 is etched, and the P⁺ type GaN contact layer 7 and the p-type AlGaIn clad layer 6 are formed into ridge waveguide. A surface 10 on portions of the p-type layers 6 and 7 which are exposed to Cl₂ is a high resistance layer. A p-type electrode 8 formed on the surface of the P⁺ type GaN contact layer 7 and that of the p-type AlGaIn clad layer and the surface 10 are non-ohmic.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-303502

(43) 公開日 平成10年(1998)11月13日

(51) Int. Cl.⁴

識別記号

F I

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

C

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-107290

(22) 出願日 平成9年(1997)4月24日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 横 俊雄

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

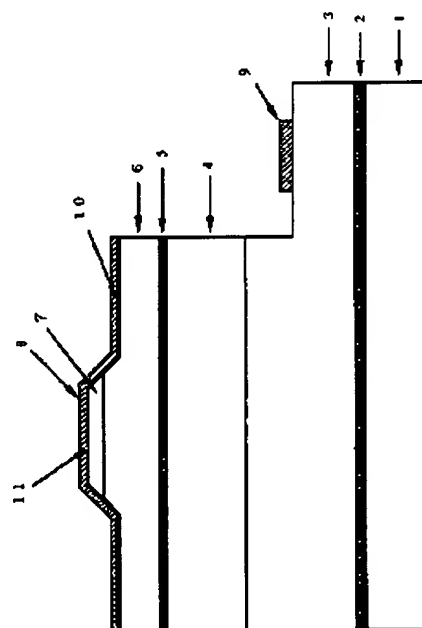
(74) 代理人 弁理士 梅田 勝

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 従来のような絶縁膜の形成及び再成長技術が必要としない。

【解決手段】 ドライエッチングにより、エッチングすると同時にP型窒化ガリウム系化合物半導体膜を改質して、非オーミック性又はエッチングに晒されない領域よりも高抵抗にする。



(2)

特開平10-

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電性又は非導電性の基板上に、少なくともN型窒化ガリウム系化合物半導体層とP型窒化ガリウム系化合物半導体層とが順次積層された窒化ガリウム系化合物半導体発光素子であって、

前記P型窒化ガリウム系化合物半導体層表面が電流注入領域と非電流注入領域とからなり、前記非電流注入領域が非オーミック性であるかまたは前記電流注入領域よりも高抵抗であることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項2】 前記非電流注入領域は、ドライエッチング法によって非オーミック性であるかまたは前記電流注入領域よりも高抵抗となるように前記P型窒化ガリウム系化合物半導体層表面を改質して形成されてなることを特徴とする請求項1記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項3】 導電性又は非導電性の基板と、該基板上に順次形成され、少なくとも、N型AlGa Nクラッド層、InGa N活性層、P型AlGa Nクラッド層、及び高不純物ドーブP型Ga Nコンタクト層とからなる積層と、

該積層のうち、前記P型AlGa Nクラッド層及び高不純物ドーブP型Ga Nコンタクト層とを選択的にドライエッチング加工して得たリッジと、

該リッジを含むドライエッチング加工表面全面に形成されたP型電極と、を少なくとも具えて電流狭窄型金属閉じ込めリッジ導波路発光素子をなすことを特徴とする請求項1又は2に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項4】 導電性又は非導電性の基板と、該基板上に順次形成され、少なくとも、N型AlGa Nクラッド層、InGa N活性層、P型AlGa Nクラッド層、高不純物ドーブP型Ga Nコンタクト層とからなる積層と、

前記高不純物ドーブP型Ga Nコンタクト層表面を選択的にドライエッチングして得た凹部と、

該凹部を含む高不純物ドーブP型Ga Nコンタクト層全面に形成されたP型電極と、

該P型電極上の前記凹部上方に形成されたボンディング電極と、を少なくとも備えて電流阻止型の発光素子をな

してリッジを形成すると同時に、ドライされる前記P型AlGa N (0 ≤ x < 1) クラッド層及びP型Ga Nコンタクト層表面を改質して改質された表面を含む前記P型AlGa N (0 ≤ x < 1) クラッド層及びP型Ga Nコンタクト層にP型用電極を形成する工程と、を含んでなる請求項2又は3に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項6】 導電性又は非導電性の基板上に、N型AlGa N (0 ≤ x < 1) クラッド層、InGa N (0 ≤ y ≤ 1; x = 0) の活性層、P型AlGa N (0 ≤ x < 1) クラッド層、及び高不純物ドーブP型Ga Nコンタクト層とからなる積層と、

該P型Ga Nコンタクト層表面を選択的にドライエッチングして凹部を形成すると同時にドライされるP型Ga Nコンタクト層凹部表面にP型用電極を形成する工程と、を含んでなる請求項2又は3に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項7】 導電性又は非導電性の基板上に、N型AlGa Nクラッド層、InGa N活性層、P型AlGa Nクラッド層、及び高不純物ドーブP型Ga Nコンタクト層とからなる積層と、該積層のうち、前記P型AlGa Nクラッド層及び高不純物ドーブP型Ga Nコンタクト層とを選択的にドライエッチング加工して得たリッジと、

該リッジを含むドライエッチング加工表面全面に形成されたP型電極と、を少なくとも具えて電流狭窄型金属閉じ込めリッジ導波路発光素子をなすことを特徴とする請求項1又は2に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項8】 導電性又は非導電性の基板上に、N型AlGa Nクラッド層、InGa N活性層、P型AlGa Nクラッド層、高不純物ドーブP型Ga Nコンタクト層とからなる積層と、

前記高不純物ドーブP型Ga Nコンタクト層表面を選択的にドライエッチングして得た凹部と、該凹部を含む高不純物ドーブP型Ga Nコンタクト層全面に形成されたP型電極と、該P型電極上の前記凹部上方に形成されたボンディング電極と、を少なくとも備えて電流阻止型の発光素子をなすことを特徴とする請求項1又は2に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項9】 導電性又は非導電性の基板上に、N型AlGa Nクラッド層、InGa N活性層、P型AlGa Nクラッド層、高不純物ドーブP型Ga Nコンタクト層とからなる積層と、

前記高不純物ドーブP型Ga Nコンタクト層表面を選択的にドライエッチングして得た凹部と、該凹部を含む高不純物ドーブP型Ga Nコンタクト層全面に形成されたP型電極と、

該P型電極上の前記凹部上方に形成されたボンディング電極と、を少なくとも備えて電流阻止型の発光素子をなすことを特徴とする請求項1又は2に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法。

(3)

特開平10-

3

4

る。

【0005】本発明においては、電極金属が形成される窒化ガリウム系化合物半導体層表面に電流注入領域と非電流注入領域を簡便な方法にて形成するを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】P型窒化ガリウム系化合物半導体層をドライエッチングした際、エッチングマスクにて覆われている部分はP型電極に対してオーミック性を示すが、エッチングにさらされた部分はP型電極に対して非オーミック性または高抵抗化を示すことがわかった。

【0007】この特性を図9に示している。

【0008】この特性を利用し、ドライエッチング法を用いてリッジ導波路を形成すれば、エッチングマスクにて覆われている部分はP型電極に対してオーミック性を示すが、エッチングにさらされた部分はP型電極に対して非オーミック性または高抵抗を示すため、リッジ導波路表面に電流阻止領域を形成することが可能となる。

【0009】この電流阻止領域が電流狭窄層として機能するため、素子のしきい値電流の低減、発光パターンの制御や発光効率の向上が可能となり、電流阻止型金属閉じ込めリッジ導波路窒化ガリウム系化合物半導体レーザを提供することができる。

【0010】また、本発明によれば酸化膜の形成及び再成長技術を必要とせずしきい値電流が小さく、発光パターンの制御された半導体レーザ及び外部発光効率の優れた半導体発光素子が容易に作製可能となる。

【0011】ここで、ドライエッチング法として、例えばRIE：反応性イオンエッチング、ECR-RIB：電子サイクロトロン共鳴を利用した反応性イオンビームエッチング法を用い、ガス種として例えば Cl_2 、 SiCl_4 、 BCl_3 等又はこれらに Ar 、 H_2 等を添加したガスを用いる。

【0012】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、導電性又は非導電性の基板上に、少なくともN型窒化ガリウム系化合物半導体層とP型窒化ガリウム系化合物半導体層とが順次積層された窒化ガリウム系化合物半導体発光素子であって、前記P型窒化ガリウム系化合物半導体層表面が電流注入領域と非電流注入領域とか

形成され、少なくとも、N型 AlGaInGaNN 活性層、P型 AlGaNN クラッド層と純物ドーパントP型 GaNN コンタクト層とか該積層のうち、前記P型 AlGaNN クラッド層と純物ドーパントP型 GaNN コンタクト層とをエッチング加工して得たリッジと、該リッジエッチング加工表面全面に形成された少なくとも具えて電流狭窄型金属閉じ込め発光素子をなすことにより、上記目的を

【0015】また、本発明の窒化ガリウム系化合物発光素子は、導電性又は非導電性の基板上に順次形成され、少なくとも、N型 AlInGaNN 活性層、P型 AlGaNN 不純物ドーパントP型 GaNN コンタクト層と、前記高不純物ドーパントP型 GaNN コンタクト層とをドライエッチングして得た凹部を有する高不純物ドーパントP型 GaNN コンタクト層と、該P型電極上の前記凹部を有するボンディング電極と、を少なくともI型発光素子をなすことにより、上記目的を

【0016】本発明の窒化ガリウム系化合物素子の製造方法は、導電性又は非導電性、少なくとも、N型 GaNN 層、N型 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 \leq x < 1$) クラッド層、 $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ ($0 \leq y < 1$) 活性層、P型 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 \leq x < 1$) クラッド層、及び高不純物ドーパントP型 GaNN コンタクト層を順次形成する工程と、前記 $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ ($0 \leq y < 1$) クラッド層とP型 GaNN コンタクト層とを部分的にドライエッチングしてると同時に、ドライエッチングに晒され、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 \leq x < 1$) クラッド層とコンタクト層表面を改質する工程と、該改質を含む前記P型 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 \leq x < 1$) 及びP型 GaNN コンタクト層全面にP型する工程とを含むことにより、上記目的を

【0017】また、本発明の窒化ガリウム系化合物発光素子の製造方法は、導電性又は非導電性、少なくとも、N型 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 \leq x < 1$) クラッド層、 $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ ($0 \leq y \leq 1$) 活性層、P型 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 \leq x < 1$)

(4)

特開平10-

5

6

て詳細に説明する。なお、本願明細書において、窒化ガリウム系化合物半導体とは、例えば、 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x$, $0 \leq y$, $x+y \leq 1$) も含むものとする。ここで、半導体発光素子とは半導体レーザ及び発光ダイオードを含むものとする。

【0019】本発明を具体的な実施例に基づいて詳細に説明する。

【0020】(実施例1) 図1は、本発明の一実施例によって作製された金属閉じ込めリッジ導波路型窒化ガリウム系化合物半導体レーザの断面模式図を示す。

【0021】窒化ガリウム系化合物半導体レーザの作製には有機金属化合物気相成長法(以下MOCVD法)を用い、基板としてSapphire基板、V族原料としてアンモニア NH_3 、III族原料としてトリメチルガリウム(TMGa)、トリメチルアルミニウム(TMAl)、トリメチルインジウム(TMIn)、P型不純物としてビスシクロペンタジエニルマグネシウム(Cp_2Mg)、N型不純物としてモノシラン(SiH_4)を用い、キャリアガスとして H_2 または N_2 を用いる。

【0022】図5の(1)から(5)に作製工程模式図を示す。1回目の結晶成長を行うため、Sapphire基板1をMOCVD装置のサセプタ上に導入し、基板温度1200℃程度まで昇温し、窒素又は水素雰囲気にする。次に、Sapphire基板1の基板温度を400~650℃程度まで降温し、Sapphire基板1に $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ バッファ層2を200~1000Å成長する。次に、基板温度1050℃程度まで昇温しn型Ga N 層3を0.5~4μm程度成長し、次に、n型 $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ クラッド層4を0.1~0.3μm程度成長する。基板温度を800~850℃程度に降温しノンドープ $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 活性層5を30~800Å成長する。次に、基板温度を1050℃程度まで昇温Mgドープ $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ クラッド層6を0.1~0.3μm程度成長し、MgドープGa N コンタクト層7を0.5~1μm程度成長する(図5-(1))。

【0023】一旦、ウェハを成長室から取り出し、 N_2 雰囲気、800℃にて熱処理を行いMgドープ層をp型層に変化させる。

【0024】次に、p'型Ga N コンタクト層7の上にレジストマスク100を形成し、通常のフォトリソグラ

された部分が高抵抗層となり、高抵抗層(図5-(3))。

【0027】ここで、ドライエッチングは Cl_2 、 O 混入やMg不純物の抜け等が、面の厚さ200~300Åが高抵抗層に

【0028】ここで、ドライエッチングはRIE：反応性イオンエッチング、E \times E：電子サイクロトロン共鳴を利用したルームエッチング法を用いる。ガス種として I_2 、 SiCl_4 、 BCl_3 等又はこれらに添加したガスを用いる。

【0029】次に、このウェハをドライ、n型Ga N 層3表面が露出するまでエッチ、有機溶剤にてマスク100を除去(4))。

【0030】次に、p'型Ga N コンタクト面及びp型 $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ クラッド層電極8例えばNi及びAuを形成、n型用電極9Ti及びAlを形成する。(1(5))。

【0031】ここで、図1及び図5の1とする。p型層6及び7において、ガス種にさらされている部分の表面10は高抵抗(108Ωcm)となり、ガスにさらされていない部分の表面11は本来のp'型Ga N コンタクト性を有し低抵抗(抵抗率が約1~2Ω)ある。p型用電極8と表面10は非オーミック、表面11ではオーミック性をしめしている。

【0032】このことより従来のように、再成長技術を用いることなく電流阻止層を形成できる。

【0033】この結果、しきい値電流の制御が可能で、作製が容易な金属閉じ込めリッジ導波路型窒化ガリウム系化合物半導体レーザを提供することができる。

【0034】(実施例2) 図2は、本発明によって作製された金属閉じ込めリッジ導波路型窒化ガリウム系化合物半導体レーザの断面模式図

【0035】窒化ガリウム系化合物半導

(5)

特開平10-

7

8

C基板1をMOCVD装置のサセブタ上に導入し、基板温度1200℃程度まで昇温し、窒素又は水素雰囲気にさらす。次に、SiC基板1の基板温度を1050℃程度まで昇温しn型GaN層3を0.5~4μm程度成長し、次に、n型Al_{0.1}Ga_{0.9}Nクラッド層4を0.1~0.3μm程度成長する。基板温度を800~850℃程度に降温しノンドープIn_{0.1}Ga_{0.9}N活性層5を30~800Å成長する。次に、基板温度を1050℃程度まで昇温MgドープAl_{0.1}Ga_{0.9}Nクラッド層6を0.1~0.3μm程度成長し、MgドープGaN

コンタクト層7を0.5~1μm程度成長する(図6-(1))。

【0037】一旦、ウェハを成長室から取り出し、N₂雰囲気、800℃にて熱処理を行いMgドープ層をp型層に変化させる。

【0038】次に、p型GaNコンタクト層7の上にレジストマスク100を形成し、通常のフォトリソグラフィを用いてp型GaNコンタクト層7上のレジストマスク100を例えばストライプ状に加工する(図6-(2))。

【0039】レジストマスク100を例えばストライプ状に限定することはない。

【0040】このウェハをドライエッチング法によりp型Al_{0.1}Ga_{0.9}Nクラッド層6の所望の位置までエッチングし(12)、このエッチングによりp型GaNコンタクト層7とp型Al_{0.1}Ga_{0.9}Nクラッド層6をリッジ導波路状に形成する。P型層のエッチングにさらされた部分が高抵抗層となり、高抵抗層が形成される(図6-(3))。

【0041】ここで、ドライエッチング後のP型層表面はC1、O混入やMg不純物の抜け等が発生しP型層表面の厚さ200~300Åが高抵抗層になる。

【0042】ここで、ドライエッチング法として、例えばRIE：反応性イオンエッチング、ECR-RIBE：電子サイクロトロン共鳴を利用した反応性イオンビームエッチング法を用いる。ガス種として例えばCl₂、SiCl₄、BCl₃等又はこれらにAr、H₂等を添加したガスを用いる。

【0043】次に、p型GaNコンタクト層7上のマスク100を有機溶剤にて除去する(図6-(4))。

である。このため、p型用電極8と表面ック性を示し、表面11とはオーミックを図9に示している。

【0046】このことより従来のように、や再成長技術を用いることなく電流阻止製できる。

【0047】この結果、しきい値電流の10の制御が可能で、作製が容易な金属導波路型窒化ガリウム系化合物半導体11

【0048】ここで、実施例1及び2に：aNコンタクト層7及びp型Al_{0.1}GaN層6はストライプ状に加工したが、例えば傍のみを広く加工してもよくまたは幅がストライプ状に加工してもよい。

【0049】(実施例3)図3は、本発明によって作製された電流阻止型窒化ガリウム発光素子の断面模式図を示す。

【0050】窒化ガリウム系化合物半導体製には有機金属化合物気相成長法(以下Iを用い、基板としてSapphireを、アンモニアNH₃、III族原料としてガリウム(TMG)、トリメチルアルミニウム(TMA)、トリメチルインジウム(TMIn)としてビスシクロペンタジエニルマグネシウム(Mg)、N型不純物としてモノシラン、シリ、キャリアガスとしてH₂またはN₂を用い、

【0051】図7の(1)から(5)に1を示す。1回目の結晶成長を行うため、

e基板1をMOCVD装置のサセブタ上に温度1200℃程度まで昇温し、窒素又はさらす。次に、Sapphire基板1に100~650℃程度まで降温し、Sap1にAl_{0.1}Ga_{0.9}Nバッファ層2を0Å成長する。次に、基板温度1050℃しn型GaN層3を0.5~4μm程度、n型Al_{0.1}Ga_{0.9}Nクラッド層4を0.1~0.3μm程度成長する。基板温度を800~850℃程度に降温しノンドープIn_{0.1}Ga_{0.9}N活性層5を30~800Å成長する。次に、基板温度を10

9

(2))。

【0054】ここで、レジストマスク100の形状は特に円形状の溝に限定する必要はない。

【0055】このウェハをドライエッチング法によりp型Ga_{0.9}Nコンタクト層7の所望の位置までエッチングし(12)、このエッチングによりp型Ga_{0.9}Nコンタクト層7の所望の表面を高抵抗領域10を形成することができる(図7-(3))。

【0056】ここで、ドライエッチング後のP型層表面はC₁、O混入やMg不純物の抜け等が発生しP型層表面の厚さ200~300Åが高抵抗層になる。

【0057】ここで、ドライエッチング法として、例えばRIE:反応性イオンエッチング、ECR-RIBE:電子サイクロトロン共鳴を利用した反応性イオンビームエッチング法を用いる。ガス種として例えばC₁, SiCl₄, BCl₃等又はこれらにAr, H₂等を添加したガスを用いる。

【0058】次に、このウェハにレジストマスクを形成し、ドライエッチングによりn型Ga_{0.9}N層3表面が露出するまでエッチングし(13)、有機溶剤にてマスク100を除去する(図7-(4))。

【0059】次に、p型Ga_{0.9}Nコンタクト層7表面全面に直接p型用電極8Ni及びAu、ボンディング電極14例えばAuを形成、n型Ga_{0.9}N層3にn型用電極9Ti及びAlを形成する(図7-(5))。

【0060】ここで、図3及び図7の10、11を説明する。p型層6及び7において、ガス種例えばC₁にさらされている部分の表面10は高抵抗層となり、ガスにさらされていないマスク部分の表面11は本来のp型Ga_{0.9}Nコンタクト層7の性質を有し低抵抗のままである。p型用電極8と表面10は非オーミック性を示し、表面11とはオーミック性をしめすことが図9に示している。

【0061】このことより従来のように絶縁体膜を用いることなく電流阻止構造を持つ半導体発光素子が容易に作製できる。

【0062】この結果、ボンディング電極14部分からの電流注入が阻止でき、外部発光効率に優れ、作製が容易な電流阻止型窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を提供することができる。

【0063】(実施例4)図4は、本発明の一実施例によって作製された電流阻止型窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の断面模式図を示す。

【0064】窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の作製には有機金属化合物気相成長法(以下MOCVD法)を用い、基板として導電性基板、V族原料としてアンモニアNH₃、III族原料としてトリメチルガリウム(TMG)、トリメチルアルミニウム(TMA)、トリメチルインジウム(TMIn)、P型不純物としてビスシクロペンタジエニルマグネシウム(Cp₂Mg)。

(6)

特開平10-303502

10

N型不純物としてモノシラン(SiH₄)を用い、キャリアガスとしてH₂またはN₂を用いる。

【0065】図8の(1)から(4)に作製工程模式図を示す。1回目の結晶成長を行うため、SiC基板1をMOCVD装置のサセプタ上に導入し、基板温度1200℃程度まで昇温し、窒素又は水素雰囲気中にさらす。次に、SiC基板1の基板温度を1050℃程度まで昇温しn型Ga_{0.9}N層3を0.5~4μm程度成長し、次に、n型Al_{0.1}Ga_{0.9}Nクラッド層4を0.1~0.3μm程度成長する。基板温度を800~850℃程度に降温しノンドーブIn_{0.1}Ga_{0.9}N活性層5を30~800Å成長する。次に、基板温度を1050℃程度まで昇温MgドーブAl_{0.1}Ga_{0.9}Nクラッド層6を0.1~0.3μm程度成長し、MgドーブGa_{0.9}Nコンタクト層7を0.5~1μm程度成長する(図8-(1))。

【0066】一旦、ウェハを成長室から取り出し、N₂雰囲気、800℃にて熱処理を行いMgドーブ層をp型層に変化させる。

【0067】次に、p型Ga_{0.9}Nコンタクト層7の上にレジストマスク100を形成し、通常のフォトリソグラフィを用いてp型Ga_{0.9}Nコンタクト層7上のレジストマスク100に例えば円形状の溝を開ける(図8-(2))。

【0068】ここで、レジストマスク100の形状は特に円形状の溝に限定する必要はない。

【0069】このウェハをドライエッチング法によりp型Ga_{0.9}Nコンタクト層7の所望の位置までエッチングし(12)、このエッチングによりp型Ga_{0.9}Nコンタクト層7の所望の表面を高抵抗領域10を形成することができる(図8-(3))。

【0070】ここで、ドライエッチング後のP型層表面はC₁、O混入やMg不純物の抜け等が発生しP型層表面の厚さ200~300Åが高抵抗層になる。

【0071】ここで、ドライエッチング法として、例えばRIE:反応性イオンエッチング、ECR-RIBE:電子サイクロトロン共鳴を利用した反応性イオンビームエッチング法を用いる。ガス種として例えばC₁, SiCl₄, BCl₃等又はこれらにAr, H₂等を添加したガスを用いる。

【0072】次に、P型コンタクト層7上のマスク100を有機溶剤にて除去する。

【0073】次に、p型Ga_{0.9}Nコンタクト層7表面全面に直接p型用電極8例えばNi及びAu、ボンディング電極14例えばAuを形成、SiC基板1にn型用電極9を形成する(図8-(4))。

【0074】ここで、図4及び図8の10、11を説明する。p型Ga_{0.9}Nコンタクト層7において、ガス種例えばC₁にさらされている部分の表面10は高抵抗層となり、ガスにさらされていないマスク部分下の表面11は本来のp型Ga_{0.9}Nコンタクト層7の性質を有し低抵抗

(7)

特開平10-303502

11

抗のままである。このため、p型用電極8と表面10は非オーミック性を示し、表面11とはオーミック性をしめすことを図9に示している。

【0075】このことより従来のように絶縁体膜を用いることなく電流阻止構造を持つ半導体発光素子が容易に作製できる。

【0076】この結果、ボンディング電極14部分からの電流注入が阻止でき、外部発光効率に優れ、作製が容易な電流阻止型窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を提供することができる。

【0077】

【発明の効果】本発明によれば、しきい値電流の低減や発光パターンの制御が可能で、作製が容易な金属閉じ込めリッジ導波路型窒化ガリウム系化合物半導体レーザを提供することができる。

【0078】さらに、外部発光効率に優れ、作製が容易な電流阻止型窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体レーザの断面模式図である。

【図2】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体レーザの断面模式図である。

【図3】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の断面模式図である。

【図4】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の断面模式図である。

【図5】実施例1を説明するための窒化ガリウム系化合物半導体レーザの作製模式図である。

【図6】実施例2を説明するための窒化ガリウム系化合物半導体レーザの作製模式図である。

【図7】実施例3を説明するための窒化ガリウム系化合物

12

*物半導体発光素子の作製模式図である。

【図8】実施例4を説明するための窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の作製模式図である。

【図9】P型Ga_{0.9}Nと電極の高電流と電圧特性図である。

【図10】従来のGa_{0.9}N系化合物半導体レーザの断面模式図である。

【符号の説明】

1 Sapphire基板又はSiC基板

2 AlGa_{0.3}Nバッファ層

10 3 n型Ga_{0.9}N層

4 n型AlGa_{0.3}Nクラッド層

5 ノンドープInGa_{0.5}N活性層

6 p型AlGa_{0.3}Nクラッド層

7 p+型Ga_{0.9}Nコンタクト層

8 p型用電極

9 N型用電極

10 高抵抗領域層（エッチングにさらされている部分）

11 低抵抗領域層（エッチングにさらされていない部分）

12 リッジ加工またはエッチングにより高抵抗領域層形成

13 n型Ga_{0.9}N層までエッチングする工程

14 ボンディング電極

100 レジストマスク

300 N型In_{0.05}Ga_{0.95}N層

400 N型Ga_{0.9}N層

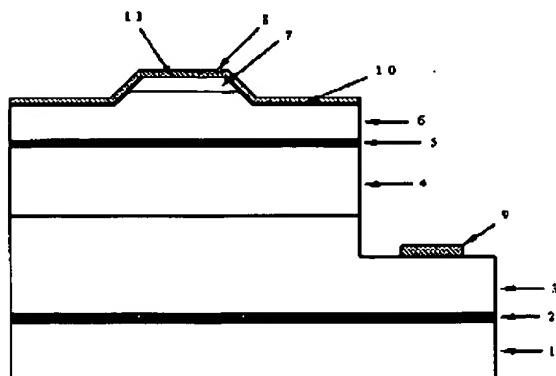
500 InGa_{0.5}NMQW活性層

600 P型Al_{0.3}Ga_{0.7}N層

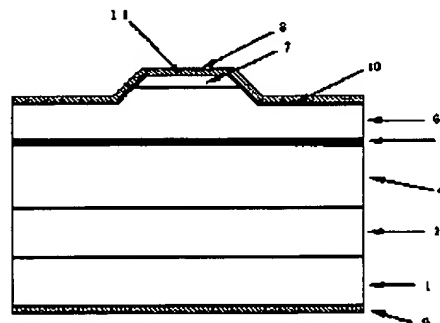
700 P型Ga_{0.9}N層

800 絶縁体膜

【図1】



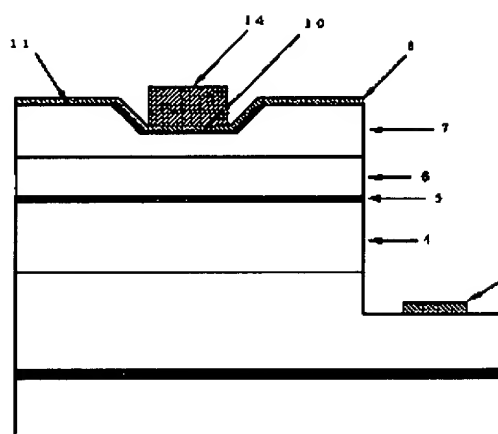
【図2】



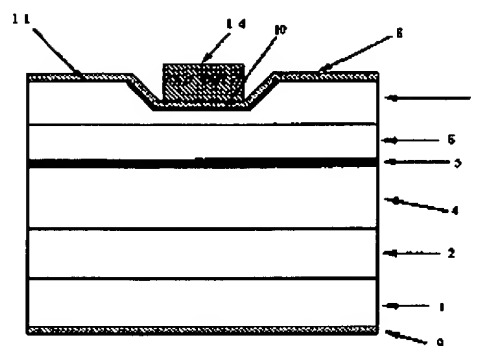
(8)

特開平10-303502

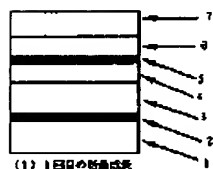
【図3】



【図4】



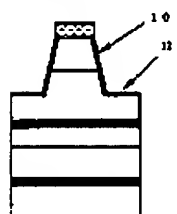
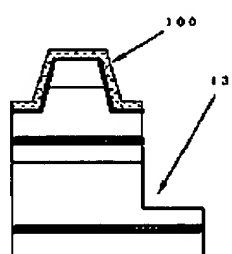
【図5】



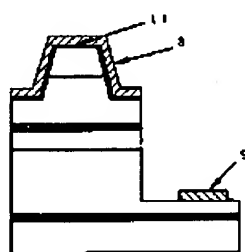
(1) 1回目の酸化形成



(2) ストライプ状に酸化膜又はレジスト形成

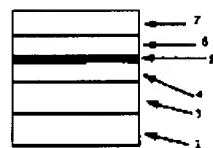
(3) ドライエッチング工程
レジスト層剥離
高抵抗層10形成

(4) ドライエッチング工程



(5) P型、N型電極形成

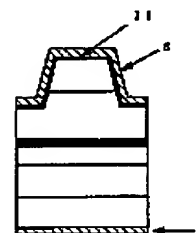
【図6】



(1) 絶縁形成

(2) ストライプ状に酸化膜
又はレジスト形成(3) ドライエッチング工程
レジスト層剥離
高抵抗層10形成

(4) 酸化膜又はレジスト除去

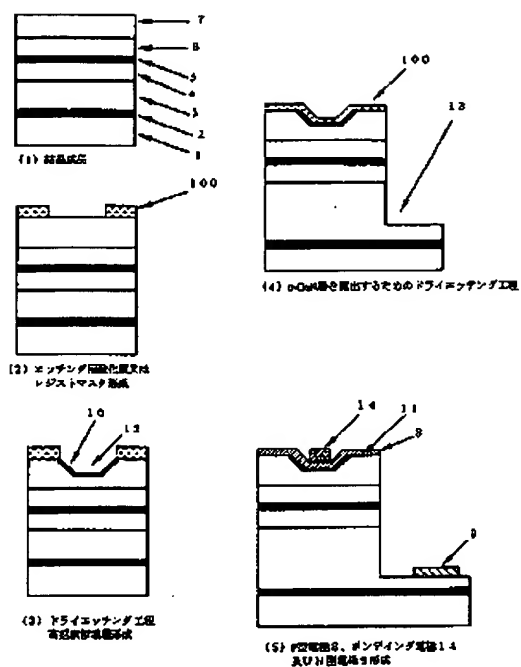


(5) P型、N型電極形成

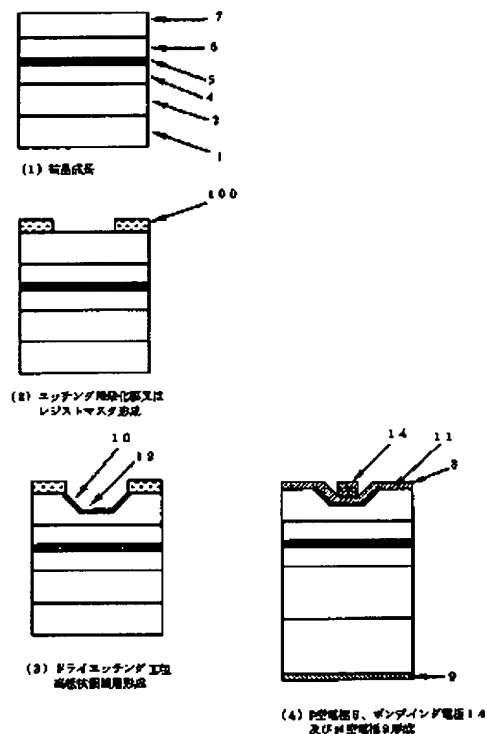
(9)

特開平10-303502

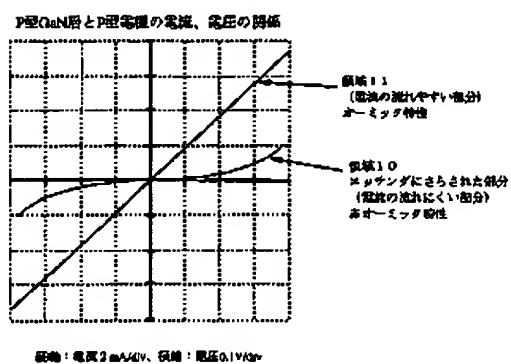
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

